

発明の名称

再構築した色変換テーブルを参照しながら色変換を行う画像処理装置、およびそのための画像処理方法

5 発明の背景

1. 発明の技術分野

[0001]

この発明は、色変換テーブルを参照しながらカラー画像データの色変換を行う技術に関し、詳しくは、色変換テーブルを再構築し、得られたテーブルを参照することによって、第1の表色系によって表現されたカラー画像データを、第2の表色系によるカラー画像データに精度良く変換する技術に関する。

2. 関連技術

[0002]

カラー画像を表示する画像表示装置では、カラー画像データを生成する側における表色系と、カラー画像を表示する側での表色系との違いを吸収するために、色変換と呼ばれる処理が行われることが多い。例えば、カラー画像を印刷する場合、カラー画像データではRGB表色系が採用されているのに対し、印刷装置では一般的にはシアン（C）、マゼンタ（M）、イエロ（Y）各色のインク量にて出力色を表現するCMY表色系が採用されている。この様な場合、カラー画像を印刷するためには、RGB表色系で表現されたカラー画像データをCMY表色系による表現形式のデータに一旦変換する必要がある。また、画像を表示する側の機器において、画像データを生成する側の機器と同様にRGB表色系のカラー画像データを取り扱うことが可能な場合であっても、色特性は機器間で微妙に異なっていることが多い。このため生成した側の色彩をそのまま正確に表示するためには、機器間の色特性の違いを補正するべく、画像データの表色系を、表示機器側の表色系に変換する必要がある場合も多い。色変換処理とは、このように画像データの表色系を変換する処理を言う。

[0003]

色変換処理は、解析的な手法によって行おうとするとたいへん複雑な処理にな

るので、通常は、色変換テーブル（以下、LUT）を参照することによって行われる。一例として、RGB表色系で表現されている画像データを、CMY表色系により表現された画像データに、色変換する場合について説明する。まず、RGB色空間を格子状に分割すると、それぞれの格子点は、格子点の座標値に対応するカラー画像データ（RGB画像データ）を表していると考えることができる。

5 そこで、各格子点についてRGB画像データをCMY表色系に変換した画像データ（CMY画像データ）を求めておき、これらCMY画像データを各格子点に対応付けて記憶しておく。LUT（色変換テーブル）とは、変換元の表色系による色空間（上の例示ではRGB色空間）を格子状に細分して得た各格子点に、変換

10 先の表色系による画像データ（上の例示ではCMY画像データ）を対応付けて記憶した数表のようなものと考えることができる。このようにして予め設定しておいたLUTを参照すれば、カラー画像データを迅速に色変換することが可能である。

[0004]

15 ここで、LUTの格子点は色空間の各座標軸を分割して生成していることから、格子点の個数は分割数の3乗で増加することになり、いきおいLUTのデータ量は大きなものとなる。そこで記憶容量を節約するために、分割数が少なく従ってデータ量の小さなLUTを記憶しておき、必要なときに分割数を増やしたLUTを生成して使用することが行われる。分割数を増やすことで新たに生成した格子

20 点の画像データは、補間演算によって算出することができる。もちろん、分割数を増やすだけでなく、分割位置を変更して新たな格子点を生成することも可能である。このように、記憶しておいたLUTから必要に応じて新たなLUTを生成することを、本明細書では「LUTの再構築」と呼ぶ。また、LUTを再構築するために予め記憶されているLUTを、本明細書では「基準LUT」と呼ぶこと

25 にする。

[0005]

LUTの再構築を行う場合、LUTに記憶する画像データへの要求精度が高くなると、例えば、基準LUT上では必要な色変換精度が確保されていても、再構築したLUTでは色変換の精度が低下してしまう場合が生じ得る。これは、補間演

算で求めた数値が十分な精度を備えている場合でも、再構築したLUTの格子点に演算結果を書き込む際に数値が丸められてしまい、誤差が混入し得るためである。もちろん、高いデータ精度のまま格子点に演算結果を書き込んでやれば、書き込みの際の丸め誤差を小さくすることができるが、これでは再構築したLUTのデータ量が大きくなってしまう。そこで、LUTの再構築時に、画像データにエンコード処理を施しておく技術が提案されている（例えば、国際公開第02/32113号パンフレット参照）。

[0006]

この文献に提案の技術においては、記憶する画像データへの要求精度が高い領域では、補間演算によって得られた数値に所定の係数を乗算してからLUTに記憶する。一例として、数値を記憶する際に小数点以下が切り捨てられるとすると、数値を例えば10倍してから記憶しておけば、小数点以下1桁の精度を保持しておくことができる。換言すれば、そのまま記憶したのでは切り捨てられてしまう小数点以下1桁の小さな数値変化を、数値を10倍することで、切り捨てられない大きな数値変化に変換して記憶していることに相当する。そして、記憶しておいた数値を読み出した後、適切なタイミングで1/10の値に戻してやればよい。

[0007]

また、再構築したLUTに記憶する画像データの要求精度は、全ての領域で高い精度が要求されるわけではない。例えば、インクジェットプリンタなどの印刷装置では一般に、各色のインク量が小さい場合には、僅かにインク量が増減しただけで表現される色彩が大きく変化するため、C、M、Y各色のインク量のデータに高い精度が要求される。これに対して、インク量が十分に大きい場合にはそれほど高い精度は要求されない傾向にある。そこで、インク量データが小さく高い精度が要求される領域では階調変化を割り増した状態でLUTに記憶しておき、逆に、インク量データが大きい領域のようにそれほど高い精度が要求されない領域では階調変化を圧縮した状態でLUTに記憶しておく。本明細書中でエンコード処理とは、このように高い精度が要求される領域では階調変化を割り増しするとともに、精度があまり要求されない領域では階調変化を圧縮する処理を言う。エンコード処理を行いながらLUTを再構築してやれば、必要な精度を確

保しておくことができる。また、こうして再構築したＬＵＴを用いて色変換した画像データは、インク量が小さい領域のように階調変化が拡大されている領域と、インク量が大きい領域のように階調変化が圧縮されている領域とが存在するので、色変換した後の適切なタイミングで所定の変換を施すことによって通常の階調変化に戻してやればよい。本明細書中では、エンコード処理により割り増しあるいは圧縮された階調変化を元に戻す処理を「デコード処理」と呼ぶことにする。上記文献に記載の技術によれば、ＬＵＴのデータ量を増加させることなく、カラー画像データを精度良く色変換することができ、延いては高画質なカラー画像を表示あるいは印刷することが可能となる。

10

発明の概要

[0 0 0 8]

しかし、基準ＬＵＴにエンコード処理済みの画像データを記憶しておき、この基準ＬＵＴからＬＵＴを再構築した場合、エンコード処理が施された画像データを扱っているにもかかわらず、色変換の精度が低下することがあるという新たな課題が見出された。

[0 0 0 9]

この発明は、従来技術における上述の課題を解決するためになされたものであり、エンコード処理済みの画像データを記憶した基準ＬＵＴに基づいて、ＬＵＴを適切に再構築することにより、変換精度を低下させることなく色変換を行う技術の提供を目的とする。

[0 0 1 0]

上述した課題の少なくとも一部を解決するために、本発明の画像処理装置は、次の構成を採用した。すなわち、

25 第１の表色系の色空間内に形成され、該第１の表色系による第１の画像データに対応づけられた複数の格子点の各々に、第２の表色系による第２の画像データを対応付けた色変換テーブルを記憶しておき、該色変換テーブルを参照しながら、該第１の表色系により表現された第１の画像データを該第２の表色系による第２の画像データに変換する画像処理装置であって、

前記色変換テーブルとして、前記第 1 の表色系における所定の階調領域では前記第 2 の画像データの階調変化を割り増しするとともに残余の階調領域では階調変化を圧縮する処理であるエンコード処理が施された状態で、該第 2 の画像データを前記格子点に対応付けたテーブルを記憶しておく色変換テーブル記憶手段と、

前記エンコード処理によって割り増しあるいは圧縮された階調変化を復元する処理であるデコード処理を前記色変換テーブルに施すことによって、中間的な色変換テーブルを生成する中間テーブル生成手段と、

前記中間的な色変換テーブルとは少なくとも異なる格子点を含んで設定された複数の格子点について、各格子点に対応する前記第 2 の画像データを該中間的な色変換テーブルに基づいて算出した後、該算出した第 2 の画像データに前記エンコード処理を施すことによって、該中間的な色変換テーブルの再構築を行う色変換テーブル再構築手段と、

前記再構築した色変換テーブルを参照することにより、前記第 1 の表色系により表現された画像データを前記エンコード処理が施された前記第 2 のエンコード済み画像データに変換する色変換手段と、

前記変換された第 2 の該エンコード済み画像データに前記デコード処理を施すことにより、前記第 2 の表色系による画像データを求める前記エンコード処理の解消された前記第 2 の画像データを算出する画像データデコード手段とを備えることを要旨とする。

なお、本願発明は、画像処理方法や画像処理プログラムとして実現することが可能である。

[0 0 1 1]

かかる画像処理装置および画像処理方法によれば、色変換を極めて精度良く行なうことができ、色変換において色ずれなどを生じることがない。従って、高画質の画像処理を行なうことができる。

[0 0 1 2]

また、本発明の画像処理装置および画像処理方法では、色変換テーブルを予めエンコード処理が施された状態で記憶している。前述したように、エンコード処

理は高い精度が必要な領域における精度を向上させる作用を有している。従って、色変換テーブルをエンコード処理した状態で記憶しておけば、エンコード処理しない状態で記憶した場合よりも、精度が必要な領域での記憶精度を向上させることが可能であり、その点からも、色変換精度を向上させることが可能となる。

5 [0 0 1 3]

上述した本発明の画像処理装置および画像処理方法においては、エンコード処理は、第2の画像データ間の大小関係を維持したまま、該第2の画像データの階調変化を割り増しおよび圧縮する処理とすることが望ましい。

[0 0 1 4]

10 第2の画像データにエンコード処理を施したときに、画像データ間の大小関係が維持されていれば、デコード処理に際して追加の情報を必要とすることなく、エンコード済みの画像データを直ちにデコードすることができる。このため、デコード処理を簡素なものとすることができ、延いては、画像処理を迅速に行うことが可能となるので好ましい。

15 [0 0 1 5]

中間テーブルは、次のようにして生成することとしても良い。先ず、エンコード処理が施された状態の前記第2の画像データと、該エンコード処理の解消された該第2の画像データとを対応付けて、デコードテーブルとして記憶しておく。そして、前記色変換テーブルに記憶されているエンコード処理が施された第2の
20 画像データを、該デコードテーブルを参照しながら、該エンコード処理の解消された第2の画像データに変換することによって、中間テーブルを生成することとしてもよい。

[0 0 1 6]

デコード処理は、解析的に行おうとすると困難な場合もあるが、こうして予め
25 適切なデコードテーブルを設定しておけば、簡便に且つ正確にデコード処理を行って中間テーブルを生成することが可能となるので好ましい。

[0 0 1 7]

また、中間的な色変換テーブルを再構築するに際しては、該中間的な色変換テーブルの格子点よりも多数の格子点を含んだ色変換テーブルを再構築することと

してもよい。

[0 0 1 8]

色変換に際しては、格子点数の多い色変換テーブルを参照するほど、変換精度が向上する傾向にある。従って、中間的な色変換テーブルよりも多数の格子点を含んだ色変換テーブルに再構築することとすれば、第 1 の画像データを精度良く変換することが可能となるので好ましい。

[0 0 1 9]

上述した画像処理装置および画像処理方法においては、エンコード処理が施されたエンコード済みの画像データをデコードするとともに、該デコードした画像データを、単ドットあたりに表現する階調値の異なる各種ドットについてのドット形成密度を示すドット量データに変換することとしてもよい。

[0 0 2 0]

印刷用紙や液晶表示媒体などに画像を表示可能な機器では、媒体上にドットを形成することによって画像を表示していることが多い。従って、変換された画像データをドット量データに変換しておけば、変換したデータをこれら機器に供給することで適切に画像を表示することが可能となるので好ましい。

[0 0 2 1]

変換された画像データからドット量データへの変換は、次のようにして行うこととしても良い。すなわち、エンコード処理が施された状態の前記エンコード済み画像データと、ドット量データとを対応付けて記憶した変換表を用意しておく。ここで、該変換表に記憶されているドット量データは次のようなデータである。エンコード処理が施された状態で変換表に記憶されているエンコード済み画像データにデコード処理を施した後、該エンコード処理の解消された画像データを前記ドット量データに変換することによって得られたデータである。そして、前記再構築した色変換テーブルに基づいて色変換された画像データを、この変換表を参照することによって、ドット量データに直接変換することとしてもよい。

[0 0 2 2]

こうすれば、エンコード処理が施された状態の第 2 の画像データを、迅速にドット量データに変換することが可能となり、延いては画像処理を迅速に行うこと

が可能となるので好ましい。

[0 0 2 3]

上述の画像処理装置および画像処理方法においては、R G B 表色系による画像データを、C M Y 表色系による画像データに変換することとしてもよい。

5 [0 0 2 4]

カラー画像データを印刷する際など、R G B 表色系で表現された画像データをC M Y 表色系による表現形式の画像データに変換しなければならない場合が多い。このため、上述した画像処理装置および画像処理方法において、特に、R G B 表色系による画像データをC M Y 表色系による画像データに変換することとす
10 れば、広い用途に適用することが可能となるので好ましい。

[0 0 2 5]

上述した画像処理装置および画像処理方法においては、次のようにしてもよい。先ず、前記画像データの変換精度と変換速度との優先順位に関する設定を検出する。そして、変換精度よりも変換速度を優先する設定になっている場合には、前
15 記中間的な色変換テーブルの生成を禁止するとともに、該中間的な色変換テーブルに代えて、前記記憶されている色変換テーブルを用いて色変換テーブルの再構築を行うこととしてもよい。

[0 0 2 6]

こうすれば、色変換テーブルにデコード処理を施して中間的なテーブルを生成
20 する処理と、該中間的な色変換テーブルにエンコード処理を施す処理が不要となるので、画像処理を迅速に行うことが可能となって好ましい。

[0 0 2 7]

本発明をプログラム、あるいは記録媒体として把握した場合、記録媒体に記録されているプログラムをコンピュータに読み込ませ、該コンピュータを用いて上
25 述の各種機能を実現すれば、精度良く色変換処理を行うことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0 0 2 8]

図 1 は、印刷システムを例にとって発明の概要を示した説明図である。

[0 0 2 9]

図 2 は、本実施例の画像処理装置としてのコンピュータの構成を示す説明図である。

[0 0 3 0]

5 図 3 は、本実施例の画像表示装置としてのプリンタの概略構成図である。

[0 0 3 1]

図 4 は、本実施例のプリンタが大きさの異なるドットを形成する原理を示す説明図である。

[0 0 3 2]

10 図 5 は、第 1 実施例の画像処理装置で行われる画像処理の流れを示すフローチャートである。

[0 0 3 3]

図 6 は、基準の色変換テーブル（基準 L U T）と基準 L U T を再構築した L U T とを例示した説明図である。

15 [0 0 3 4]

図 7 は、画像処理中で行われる色変換処理の流れを示したフローチャートである。

[0 0 3 5]

図 8 は、エンコード係数を例示する説明図である。

20 [0 0 3 6]

図 9 は、デコード処理用の変換テーブルを例示する説明図である。

[0 0 3 7]

図 1 0 は、エンコード処理前の階調値と、エンコード処理済みの階調値との対応関係を示す説明図である。

25 [0 0 3 8]

図 1 1 は、ドット量テーブルを参照しながら画像データをドット量データに変換する様子を示す説明図である。

[0 0 3 9]

図 1 2 は、第 2 実施例の画像処理の流れを示すフローチャートである。

[0 0 4 0]

図 1 3 は、ドット量テーブルを修正することで補正ドット量テーブルを設定する原理を示す説明図である。

[0 0 4 1]

5 図 1 4 は、補正ドット量テーブルを設定する処理の流れを示すフローチャートである。

[0 0 4 2]

図 1 5 は、エンコード処理を行うことによって解像度の不足を補うことができる原理を示す説明図である。

10 [0 0 4 3]

図 1 6 は、エンコード処理済みの基準 LUT を再構築すると、色変換精度が低下することが起こり得るメカニズムを示す説明図である。

[0 0 4 4]

15 図 1 7 は、エンコード処理済みの基準 LUT をデコードしてから再構築することで、色変換精度の低下を確実に回避することができる原理を示す説明図である。

発明の実施の形態

[0 0 4 5]

20 本発明の作用・効果をより明確に説明するために、本発明の実施の形態を、次のような順序に従って以下に説明する。

A. 発明の概要：

B. 装置構成：

C. 第 1 実施例の画像処理：

25 D. エンコード処理の原理：

E. 色ズレ発生メカニズム：

F. 精度向上の原理

G. 第 2 実施例の画像処理：

[0 0 4 6]

A. 発明の概要：

実施例についての詳細な説明に入る前に、図1を参照しながら、本発明の概要について説明しておく。図1は、印刷システムを例にとって、本発明の概要を説明するための説明図である。本印刷システムは、画像処理装置としてのコンピュータ10と、カラープリンタ20等から構成されており、コンピュータ10に所定のプログラムがロードされて実行されると、コンピュータ10とカラープリンタ20などが全体として一体の印刷システムとして機能する。コンピュータ10は、デジタルカメラやカラスキャナなどの画像機器からRGBカラー画像の階調画像データを受け取ると、該画像データを、カラープリンタ20で印刷可能な各色ドットの形成有無により表現された印刷データに変換する。かかる画像データの変換は、プリンタドライバ12と呼ばれる専用のプログラムを用いて行われる。尚、RGBカラー画像の階調画像データは、各種アプリケーションプログラムを用いてコンピュータ10上で作成することもできる。

[0047]

プリンタドライバ12は、色変換モジュールを初めとする複数のモジュールから構成されている。色変換モジュールは、RGB画像データの表色系をCMY表色系に変換する。色変換に際しては、プリンタドライバ12内に別途、記憶されているエンコード済みのLUT（色変換テーブル）を読み出して、エンコード済みの再構築LUTを生成し、このLUTを参照することによって精度良く色変換を行う。ここで色変換モジュールは、後述する方法でLUTを再構築しているので、精度良く色変換することが可能となっている。色変換された画像データはデコードモジュールにおいてエンコード処理が解消されることにより、RGB画像データに対応した正確なCMY画像データに変換される。

[0048]

また、印刷システムに特有なモジュールとしては、ドット量データ変換モジュールや、ハーフトーンモジュールなどが設けられている。ドット量データ変換モジュールは、CMY表色系によって表現された画像データ（CMY画像データ）を、カラープリンタ20で形成可能なドットの種類毎に、各種ドットを形成すべき密度に相当するデータに変換するモジュールである。カラープリンタ20は、

高画質な画像を印刷可能とするために、通常の大きさのドットに加えて小さなドットも形成可能となっている。また、ハーフトーンモジュールは、カラープリンタ 20 が形成可能な各種ドットについて、ドットを形成するか否かを画素毎に決定するモジュールである。このモジュールでは、ドット量データ変換モジュール

5 によって変換されたデータに基づいて、ドットが適切な密度で形成されるように、画素毎にドット形成の有無を判断する。プリンタドライバ 12 に供給された RGB 画像データは、このようにして必要な各種の処理が施された後、印刷データとしてカラープリンタ 20 に供給される。カラープリンタ 20 では、印刷データに従って各色インクドットを形成する。こうすることにより、カラー画像が印刷さ

10 れることになる。

[0 0 4 9]

上述したようにプリンタドライバ 12 は、色変換に際して、エンコード処理が施された色変換テーブル（エンコード済み LUT）を読み込んで再構築した LUT を参照しながら色変換を行う。ここで、エンコード済 LUT をそのまま再構築

15 したのでは、色ズレが発生して精度良く色変換することができない。そこで、色変換モジュールは、エンコード済 LUT を読み込む際に、デコード処理を施して中間 LUT を生成する。そして、この LUT を再構築してからエンコード処理を行うことにより、エンコード済再構築 LUT を生成する。こうすれば、精度の良い再構築 LUT を得ることができるので、かかる LUT を参照しながら色変換す

20 ることによって、RGB 画像データを CMY 画像データに精度良く色変換することが可能となる。エンコード済 LUT をそのまま再構築したのでは、色ズレが発生して精度良く色変換することができない理由や、エンコード済 LUT を読み込む際に、デコード処理を施して中間 LUT を生成し、この LUT を再構築してからエンコード処理を行うことにより、エンコード済再構築 LUT を生成するする

25 手法、更にはその手法によって精度の良い再構築 LUT を得ることができる理由については、図 15 ないし図 17 を用いて、後述する。

印刷システムに組み込まれた画像処理装置では、RGB 画像データを色変換した後に、ドット量データに変換するための処理が必要となる。図 1 に示した例示では、このことに対応して、デコードモジュールの下流側にドット量データ変換

モジュールが設けられている。そこで、色変換された画像データをドット量データに変換する処理に加えて、デコード処理も同時に行うことも可能である。以下では、こうした本願発明の画像処理装置および画像処理方法について、実施例に基づき詳細に説明する。

5 [0050]

B. 装置構成：

図2は、本実施例の画像処理装置としてのコンピュータ100の構成を示す説明図である。コンピュータ100は、CPU102を中心に、ROM104やRAM106などを、バス116で互いに接続して構成された周知のコンピュータ
10 である。

 [0051]

コンピュータ100には、フレキシブルディスク124やコンパクトディスク126等のデータを読み込むためのディスクコントローラDDC109や、周辺機器とデータの授受を行うための周辺機器インターフェースP-I/F108、
15 CRT114を駆動するためのビデオインターフェースV-I/F112等が接続されている。P-I/F108には、後述するカラープリンタ200や、ハードディスク118等が接続されている。また、デジタルカメラ120や、カラー
スキャナ122等をP-I/F108に接続すれば、デジタルカメラ120やカラー
スキャナ122で取り込んだ画像を印刷することも可能である。また、ネッ
20 トワークインターフェースカードNIC110を装着すれば、コンピュータ100を通信回線300に接続して、通信回線に接続された記憶装置310に記憶されているデータを取得することもできる。

 [0052]

図3は、本実施例のカラープリンタ200の概略構成を示す説明図である。カラープリンタ200はシアン、マゼンタ、イエロ、ブラックの4色インクのドットを形成可能なインクジェットプリンタである。もちろん、これら4色のインクに加えて、染料濃度の低いシアン（淡シアン）インクと染料濃度の低いマゼンタ（淡マゼンタ）インクとを含めた合計6色のインクドットを形成可能なインク
25 ジェットプリンタを用いることもできる。尚、以下では場合によって、シアンイン

ク、マゼンタインク、イエロインク、ブラックインク、淡シアンインク、短マゼンタインクのそれぞれを、Cインク、Mインク、Yインク、Kインク、LCインク、LMインクと略称することがあるものとする。

[0053]

- 5 カラープリンタ200は、図示するように、キャリッジ240に搭載された印字ヘッド241を駆動してインクの吐出およびドット形成を行う機構と、このキャリッジ240をキャリッジモータ230によってプラテン236の軸方向に往復動させる機構と、紙送りモータ235によって印刷用紙Pを搬送する機構と、ドットの形成やキャリッジ240の移動および印刷用紙の搬送を制御する制御回路260とから構成されている。
- 10

[0054]

- キャリッジ240には、Kインクを収納するインクカートリッジ242と、Cインク、Mインク、Yインクの各種インクを収納するインクカートリッジ243とが装着されている。キャリッジ240にインクカートリッジ242、243を
- 15 装着すると、カートリッジ内の各インクは図示しない導入管を通じて、印字ヘッド241の下面に設けられた各色毎のインク吐出用ヘッド244ないし247に供給される。各色毎のインク吐出用ヘッド244ないし247には、48個のノズル N_z が一定のノズルピッチ k で配列されたノズル列が1組ずつ設けられている。

- 20 [0055]

- 制御回路260は、CPU261とROM262とRAM263等から構成されており、キャリッジモータ230と紙送りモータ235の動作を制御することによってキャリッジ240の主走査動作および副走査動作を制御するとともに、コンピュータ100から供給される印刷データに基づいて、各ノズルから適切な
- 25 タイミングでインク滴を吐出する。こうして、制御回路260の制御の下、印刷媒体上の適切な位置に各色のインクドットを形成することによって、カラープリンタ200はカラー画像を印刷することができる。

[0056]

尚、各色のインク吐出ヘッドからインク滴を吐出する方法には、種々の方法を

適用することができる。すなわち、 piezo素子を用いてインクを吐出する方式や、インク通路に配置したヒータでインク通路内に泡（バブル）を発生させてインク滴を吐出する方法などを用いることができる。また、インクを吐出する代わりに、熱転写などの現象を利用して印刷用紙上にインクドットを形成する方式や、静電気を利用して各色のトナー粉を印刷媒体上に付着させる方式のプリンタを使用することも可能である。

[0 0 5 7]

カラープリンタ 2 0 0 は、吐出するインク滴の大きさを制御することにより、印刷用紙上に形成されるインクドットの大きさを制御することができる。以下、

10 カラープリンタ 2 0 0 で大きさの異なるインクドットを形成している方法について説明するが、その準備として、先ず、各色インクを吐出するノズルの内部構造について説明する。図 4（a）は各色インクを吐出するノズルの内部構造を示した説明図である。各色のインク吐出用ヘッド 2 4 4 ないし 2 4 7 には、このようなノズルが複数設けられている。図示するように、各ノズルにはインク通路 2 5

15 5 と、インク室 2 5 6 と、インク室の上に piezo素子 P E とが設けられている。キャリッジ 2 4 0 にインクカートリッジ 2 4 2, 2 4 3 を装着すると、カートリッジ内のインクがインクギャラリ 2 5 7 を経由して、インク室 2 5 6 に供給される。piezo素子 P E は、周知のように電圧を印加すると結晶構造が歪んで極めて高速に電気－機械エネルギーの変換を行う素子である。本実施例では、piezo素子

20 P E の両端に設けられた電極間に所定波形の電圧を印加することで、インク室 2 5 6 の側壁を変形させる。その結果、インク室 2 5 6 の容積が減少し、容積の減少分に相当するインクがインク滴 I p となってノズル N z から吐出される。このインク滴 I p がプラテン 2 3 6 に装着された印刷用紙 P に染み込むことで、印刷用紙上にインクドットが形成される。

25 [0 0 5 8]

図 4（b）は、piezo素子 P E に印加する電圧波形を制御することで、吐出するインク滴の大きさを変更する原理を示した説明図である。ノズルからインク滴 I p を吐出するためには、piezo素子 P E に負の電圧を印加してインクギャラリ 2 5 7 からインク室 2 5 6 内に一旦インクを吸入し、その後、piezo素子 P E に

正電圧を印加してインク室容積を減少させて、インク滴 1 p を吐出させる。ここで、インクの吸引速度が適正であればインク室容積の変化量に相当するインクが流入されるが、吸引速度が速すぎると、インクギャラリ 2 5 7 とインク室 2 5 6 との間には通路抵抗があるためにインクギャラリ 2 5 7 からのインクの流入が間に合わなくなる。その結果、インク通路 2 5 5 のインクがインク室内に逆流して、ノズル付近のインク界面が大きく後退した状態となる。図 4 (b) に実線で示した電圧波形 a は、適正な速度でインクを吸引する波形を示し、破線で示した電圧波形 b は適正速度より大きな速度で吸引する波形の一例を示している。

[0 0 5 9]

10 十分なインクがインク室 2 5 6 内に供給された状態で、ピエゾ素子 P E に正電圧を印加すると、インク室 2 5 6 の容積減少に相当する体積のインク滴 1 p がノズル N z から吐出される。これに対して、インクの供給量が不足してインク界面が大きく後退した状態で正電圧を印加すると、吐出されるインク滴は小さなインク滴となる。このように、本実施例のカラープリンタ 2 0 0 では、インク滴の吐出前に印加する負の電圧波形を制御してインクの吸引速度を変更することで、吐出するインク滴の大きさを制御し、大ドット、小ドットの 2 種類のインクドットを形成することが可能となっている。

[0 0 6 0]

もちろん、2 種類に限らずより多種類のドットを形成することも可能である。
20 更には、微細なインク滴を一度に複数吐出して、吐出するインク滴の数を制御するといった方法を用いて、印刷用紙上に形成されるインクドットの大きさを制御してもよい。

[0 0 6 1]

以上のようなハードウェア構成を有するカラープリンタ 2 0 0 は、キャリッジ
25 モータ 2 3 0 を駆動することによって、各色のインク吐出用ヘッド 2 4 4 ないし 2 4 7 を印刷用紙 P に対して主走査方向に移動させ、また紙送りモータ 2 3 5 を駆動することによって、印刷用紙 P を副走査方向に移動させる。制御回路 2 6 0 は、印刷データに従って、キャリッジ 2 4 0 の主走査および副走査を繰り返しながら、適切なタイミングでノズルを駆動してインク滴を吐出することによって、

カラープリンタ 200 は印刷用紙上にカラー画像を印刷している。

[0062]

C. 第1実施例の画像処理の概要：

図5は、本実施例の画像処理装置としてのコンピュータ100が、受け取った
5 画像データに所定の画像処理を加えることによって、印刷データに変換する処理
の流れを示すフローチャートである。かかる処理は、コンピュータ100のオペ
レーティングシステムがプリンタドライバ12を起動することによって開始され
る。以下、図5に従って、本実施例の画像処理について説明する。

[0063]

10 プリンタドライバ12は、画像処理を開始すると、先ず初めに、変換すべきR
GBカラー画像データの読み込みを開始する（ステップS100）。次いで、取
り込んだ画像データの解像度を、カラープリンタ200が印刷するための解像度
に変換する（ステップS102）。カラー画像データの解像度が印刷解像度より
も低い場合は、線形補間を行うことで隣接画像データの間新たなデータを生成
15 し、逆に印刷解像度よりも高い場合は、一定の割合でデータを間引くことによ
って画像データの解像度を印刷解像度に変換する。

[0064]

こうして解像度を変換すると、カラー画像データの色変換処理を行う（ステッ
プS104）。前述したように、色変換処理とはカラー画像データの表色系を変
換する処理であり、ここではRGB表色系の画像データ、すなわちR、G、Bの
20 階調値の組み合わせによって表現されているカラー画像データを、CMY表色系
の画像データに変換する処理を行う。前述したようにカラープリンタ200には、
C、M、Y、Kの4色のインクが搭載されているので、CMY表色系の画像デー
タとして、C、M、Y、Kの各色階調値の組み合わせによって表現された画像デ
25 ータに変換する。

[0065]

色変換処理は、色変換テーブル（LUT）と呼ばれる3次元の数表を参照する
ことによって行われる。精度良く色変換するためには、ある程度は多数の格子点
を含んだLUTを参照する必要があるが、多数の格子点を含んだLUTを記憶し

ておくためには多くの記憶容量が必要となる。またLUTは、印刷用紙の種類などの印刷条件の違いによって使い分けることが望ましい場合もあるので、複数種類のLUTを記憶しておかなければならない場合も多く、複数種類のLUTを記憶するためには、ますます多くの記憶容量が必要となる。そこで、LUTの再構築を行う。すなわち、格子点数の少ない基準LUTを記憶しておき、このLUTの格子点数を増やしてLUTを再構築するのである。図6（a）は、コンピュータ100のRAM106に記憶されている基準LUTを概念的に示している。この基準LUTを再構築することで、図6（b）に示したLUTを生成する。尚、LUTの再構築に際しては、図6（b）に示すように、基準LUTの格子点に新たな格子点を追加することに限らず、基準LUTとは全く別の格子点を設定することも可能である。図6（c）は、このようにして再構築されたLUTを概念的に示したものである。

[0066]

図7は、色変換処理（図5のステップS104）の流れを詳しく示したフローチャートである。色変換処理を開始すると、先ず初めに基準LUTを選択する（ステップS200）。すなわち、また、色変換テーブルはインクの種類や印刷用紙、その他印刷条件の違いによって適切なLUTを使い分けることが望ましいことから、コンピュータ100のRAM106には、印刷条件に応じて複数種類の基準LUTが記憶されている。そこで、図7に示した色変換処理を開始すると、先ず初めに色変換に用いるLUTを1つ選択する。

[0067]

また、基準LUTは、予めエンコード処理が施された状態、すなわち、格子点に記憶されているC、M、Y、K各色の階調値は、エンコード係数が乗算された階調値が記憶されている。図8は、エンコード係数の一例を例示した説明図である。エンコード係数は、高い精度が必要な領域ほど大きな値となるように、画像データの階調値に応じて予め適切な値が設定されている。尚、本実施例では、エンコード処理はエンコード係数を乗算する処理であるものとして説明するが、単にエンコード係数を乗算することに限られるものではない。例えば、画像データを、該画像データの階調値を変数とする所定の数式によって変換することによ

てエンコード処理を行うことも可能である。

[0 0 6 8]

次いで、印刷条件が画質を優先する設定になっているか否かを判断する（ステップ S 2 0 2）。特に画質を優先する設定になっていない場合は（ステップ S 2 0 2 : n o）、そのまま選択した基準 L U T の再構築を行う（ステップ S 2 0 4）。
図 6 を用いて説明したように、L U T の再構築は、予め設定されている L U T の格子点について C, M, Y, K 各色の画像データを、基準 L U T に設定されている各色の階調値に基づいて線形補間することによって行う。基準 L U T は予めエンコード処理が施されているので、L U T を再構築するだけで、エンコード済みの再構築 L U T を生成することができる。次いで、得られたエンコード済み再構築 L U T を参照しながら、R G B 画像データを C M Y K 各色による画像データに変換する（ステップ S 2 1 2）。こうすれば、基準 L U T を再構築するだけで迅速にエンコード済み再構築 L U T を生成することができ、延いては迅速に色変換処理を行うことができる。

15 [0 0 6 9]

しかし、前述したようにエンコード処理済みの基準 L U T をそのまま再構築したのでは、色変換精度が低下する場合がある。そこで、印刷条件の設定が画質優先となっている場合は（ステップ S 2 0 2 : y e s）、次のようにして L U T の再構築を行う。まず、ステップ S 2 0 0 で選択した基準 L U T のデコード処理を行う（ステップ S 2 0 6）。デコード処理は、エンコード処理の逆変換に相当する処理であり、デコード処理用の変換テーブルを参照することによって迅速に変換することができる。図 9 は、デコード処理用の変換テーブルを例示した説明図である。デコード処理用の変換テーブルには、画像データの階調値と該階調値にデコード処理を施して得られる階調値とが、対応付けられて記憶されている。
20
25
ステップ S 2 0 6 では、基準 L U T の各格子点に記憶されているエンコード処理済みの C, M, Y, K 各色画像データを読み出して、図 9 に示すような変換テーブルを参照することにより、基準 L U T のデコード処理を行う。

[0 0 7 0]

図 9 に示したデコード処理用の変換テーブルは、簡便には、次のようにして設

定することができる。まず、画像データの階調値と、該階調値にエンコード処理を施して得られるエンコード済み階調値との対応関係を求める。図10は、画像データの階調値に、図8に示したエンコード係数を乗算することによって得られた対応関係を示した説明図である。図では、エンコード処理前の階調値を横軸に取り、エンコード済みの階調値を縦軸にとって表している。デコード処理は、エンコード済みの階調値を、エンコード処理される前の階調値に変換する処理であるから、図10に示した対応関係を、縦軸に取ったエンコード済みの階調値の側から見ることで、直ちにデコード処理を行うことができる。例えば、エンコード済みの階調値が64であるとすると、エンコード処理前の階調値はDEaと求めることができる。同様に、エンコード済みの階調値128に対しては、エンコード処理前の階調値はDEbとなり、エンコード済み階調値192に対してはエンコード処理前は階調値DEcと求めることができる。図9に示した変換テーブルは、このようにして、エンコード済みの階調値に対するエンコード処理前の階調値、すなわちデコード処理済みの階調値を求めておき、テーブルの形で記憶しておいたものである。

[0071]

尚、図9に示したデコード処理用の変換テーブルには、必ずしも全ての階調値に対してデコード処理済みの階調値が設定されている必要はなく、予め離散的に設定しておいた複数の階調値に対してだけデコード済みの階調値を記憶しておき、補間演算を行うことによって必要なデコード済み階調値を算出することとしても良い。こうすれば、デコード処理用の変換テーブルを記憶しておくための記憶容量を、節約することが可能となるので好ましい。

[0072]

また、エンコード処理がエンコード係数を乗算するのではなく、階調値を変数とする関数として設定されており、解析的な手法によって逆関数を導き出すことができる場合は、エンコード済みの階調値を逆関数に代入することによってデコード処理を行うことも可能である。

[0073]

こうして基準LUTのデコード処理を行ったら（図7のステップS206）、

続いて、デコード処理した基準LUTの再構築を行う（ステップS208）。すなわち、図6（a）に示す基準LUTに基づいて線形補間を行うことにより、図6（b）あるいは図6（c）に示すように、新たな格子点を含んだ再構築LUTを生成する。

5 [0074]

LUTを再構築したら、各格子点のC，M，Y，K各色の階調値に、図8に例示したエンコード係数を乗算することで、エンコード済みの再構築LUTを生成する（ステップS210）。

 [0075]

10 以上のようにしてエンコード済みの再構築LUTが得られたら、このLUTを参照しながら、RGB画像データをCMYK各色による画像データに変換する処理を行う（ステップS212）。後述するように、こうして得られたエンコード済みの再構築LUTを用いて色変換すれば、精度良く色変換することが可能である。

15 [0076]

図5のステップS104では、このように、選択した基準LUTから再構築LUTを生成し、この再構築LUTを参照することによってRGB画像データの色変換を行う。

 [0077]

20 上述した色変換処理で得られた画像データにはエンコード処理が施されている。そこで本実施例の画像処理では、色変換処理に続いてデコード処理を行う（ステップS106）。前述したように、デコード処理は、デコード処理用の変換テーブルを参照することによって迅速に行うことができる。

 [0078]

25 デコード処理を終了すると、ドット量データ変換処理を開始する（ステップS108）。ドット量データ変換処理とは、画像データを、プリンタが印刷用紙上に形成可能な各種ドットについてのドット密度を示すドット量データに変換する処理である。前述したように、本実施例のカラープリンタ200は、小ドットと大ドットの2種類のドットを形成可能である。従って、ステップS108のドッ

ト量データ変換処理では、色変換されてデコード処理が施された画像データを、小ドットおよび大ドットの各ドットについてドット密度を示すドット量データに、C、M、Y、Kの各色毎に変換する。かかる変換は、図11に示すような、ドット量テーブルを参照することによって行う。

5 [0 0 7 9]

図11に示すように、ドット量テーブルには、C、M、Y、K各色毎に、階調値に対して小ドットおよび大ドットのドット密度に関するデータが設定されている。ここで言うドット密度とは、ある領域内の画素にドットが形成される密度を意味している。例えばドット量データの値「0」は、ドットが全く形成されない状態を示している。また、ドット量データの値「1 2 8」は、約半分の画素にドットが形成されている状態を示し、ドット量データの値「2 5 5」は全ての画素にドットが形成されている状態を示している。

[0 0 8 0]

ドット量テーブルは、各色の階調値に対して次のように設定されている。C色の画像データを変換する場合を例にとって説明すると、入力階調値が「0」の場合は、小ドットおよび大ドットいずれのドット量データの値も「0」に設定されている。ドット量データ「0」の状態ではドットは全く形成されないため、印刷用紙上には用紙の地色（通常は白）がそのまま現れた状態となっている。入力階調値が増加すると、次第に小ドットのドット密度が増加していき、これに伴って印刷用紙上に表現される色彩も用紙の地色から次第にシアン色に変化していく。入力階調値が所定値以上になると、小ドットのドット密度が減少に転じ、小ドットに置き換わるようにして大ドットが形成され始める。このように、小ドットを大ドットに置き換えていけば、印刷用紙上に表現される色彩は次第に濃いシアン色となっていく。入力階調値が所定値に達すると、全ての小ドットが大ドットに置き換わり、以降は入力階調値の増加とともに大ドットのドット密度が増加し、やがてドット量データの値「2 5 5」に達してすべての画素に大ドットが形成された状態となる。このように、ドット量テーブルは、入力階調値が増加するに従って、印刷用紙上に表現される色が次第に濃いシアン色に変化するように設定されている。図5のステップS108では、このようなドット量テーブルを参照す

ることにより、色変換されてデコード処理が施された画像データを、C，M，Y，Kの各色毎に、小ドットおよび大ドットのドット量データに変換する処理を行う。

[0081]

以上のようにして、色変換処理およびドット量データ変換処理を終了すると、

- 5 次はハーフトーン処理を開始する（図5のステップS110）。ハーフトーン処理とは次のような処理である。RGB画像データは、ドット量データ変換処理が施された後の状態では、C，M，Y，Kの各色の大ドットおよび小ドットについて、印刷用紙上に形成すべきドット密度を示すドット量データに変換されている。これらドット量データは、階調値0から255の256階調を有するデータとして
- 10 て表現されている。これに対し、本実施例のカラープリンタ200は、各色毎に大小2種類のドットを形成可能であるとは言え、各ドット種類に着目すれば「ドットを形成する」、「ドットを形成しない」のいずれかの状態しか採り得ない。そこで、各ドット種類毎に256階調を有するドット量データを、カラープリンタ200が表現可能な2階調で表現された画像データに変換する必要がある。こ
- 15 のような階調数の変換を行う処理がハーフトーン処理である。ハーフトーン処理を行う手法には、誤差拡散法がもっとも一般的に使用されるが、もちろん組織的ディザ法など、他の周知な方法を適用することも可能である。

[0082]

- こうしてハーフトーン処理を終了したら、プリンタドライバはインターレース
- 20 処理を開始する（ステップS112）。インターレース処理とは、ドットの形成有無を表す形式に変換された画像データを、ドットの形成順序を考慮しながらカラープリンタ200に転送すべき順序に並べ替える処理である。プリンタドライバは、インターレース処理を行って最終的に得られた画像データを、印刷データとしてカラープリンタ200に出力する（ステップS114）。カラープリンタ
- 25 200は、印刷データに従って、各色のインクドットを印刷媒体上に形成する。その結果、画像データに対応したカラー画像が印刷媒体上に印刷される。

[0083]

以上に説明したように、本実施例の画像処理では、基準LUTを予めエンコード処理が施された状態で記憶しておく。そして、特に画質を優先する設定になっ

ていない場合は、基準LUTをそのまま再構築することによってエンコード済み再構築LUTを生成することで、迅速に色変換処理を行う。こうすれば、画像処理に要する時間が短くなるので、迅速に画像を印刷することができる。また、エンコード済みの再構築LUTを用いて色変換しているために、通常の要求に対しては十分な精度で色変換を行うことができ、延いては十分な画質の画像を印刷することができる。

[0084]

また、特に画質を優先する設定になっている場合には、基準LUTを一旦デコードしてから再構築し、得られた再構築LUTにエンコード処理を施すことによって、エンコード済みの再構築LUTを生成する。こうして得られた再構築LUTを参照しながら色変換すれば、極めて精度良く色変換することができるので、特に高い画質が要求される場合でも、十二分に高画質な画像を印刷することが可能となる。

[0085]

以上説明した実施例において、高画質が得られる理由について説明する。本願発明は、基準LUTにエンコード処理済みの画像データを記憶しておき、この基準LUTからLUTを再構築して色変換した場合に、変換精度が低下するメカニズムを解明することによって完成された。そのメカニズムの説明にあたっては、初めにエンコード処理を行うことによって色変換精度を向上させることができる原理（エンコード処理の原理）について簡単に説明し、次いで、エンコード処理済みの基準LUTを再構築すると色変換精度が却って低下することがある理由（色ズレ発生メカニズム）について説明する。

[0086]

D. エンコード処理の原理：

図15は、エンコード処理を行うことによって色変換の精度が改善される原理を示した説明図である。理解の便宜のため、ここでは、RGB各色の階調値によって表現されたカラー画像データを、CMY各色の階調値によるカラー画像データに色変換する場合について説明する。図15(a)は、基準LUTの格子点にCMY各色の階調値が記憶されている様子を概念的に表している。前述したよう

[0 0 8 9]

次に、図 1 5 (a) に示した基準 L U T から新たな L U T を再構築する場合について考える。図 1 5 (a) に示した基準 L U T では、格子点は R 階調値 2 5 5、R 階調値 2 5 1、R 階調値 2 4 7 と、階調値が 4 減少する毎に設けられているが、
5 ここでは、これら格子点の間に 3 つずつ格子点を追加することにより、新たな L U T を再構築するものとする。図 1 5 (b) は、こうして再構築された L U T を概念的に表している。図中では、新たに設けられた格子点を黒丸で表示している。例えば、R 階調値 2 5 4 の格子点についてみると、補間演算を行うことにより、この格子点の C 階調値は 0 . 2 5 と求めることができる。ところが、L U T は 1
10 バイトデータで表現されているものとしているから、再構築した L U T の格子点に書き込む際に、補間演算した階調値 0 . 2 5 は階調値 0 に丸められてしまう。同様なことは、R 階調値 2 5 0 の格子点でも生じる。すなわち、R 階調値 2 5 0 の格子点についての C 階調値は、補間演算によって階調値 1 . 5 と求められる。しかし、再構築 L U T に書き込む際に、この演算結果は階調値 1 に丸められてしま
15 う。結局、基準 L U T を再構築して得られた L U T は、図 1 5 (b) に実線で示すような L U T になってしまう。このことから明らかなように、L U T に記憶される画像データの分解能が不足すると、再構築した L U T に数値の丸めに起因した誤差が混入して、色変換の精度が低下する事態が生じる。

[0 0 9 0]

20 また、こうした事態が生じるのは、L U T に記憶される画像データの分解能に限らず、色変換処理において内部で扱うデータの精度が不足した場合（例えば、色変換処理の内部でも画像データが 1 バイトデータとして扱われている場合など）にも、同様なことが生じ得る。

[0 0 9 1]

25 こうした問題は、エンコード処理を施すことによって効果的に回避することができる。エンコード処理では、新たな格子点の階調値を補間演算によって求め、この階調値にエンコード係数を乗算した値を、再構築した L U T に書き込む処理を行う。図 1 5 (c) は、エンコード係数を例示したものである。図示されているように、R 階調値 2 5 3 の付近では、エンコード係数はおおよそ 4 前後の値に

設定されている。図 1 5 (b) を用いて説明したように、R 階調値 2 5 3 付近では R 階調値の数値が 1 変化するたびに C 階調値は 0. 2 5 ずつ変化しているが、この変化の値は L U T の分解能に対して小さすぎるので、L U T に実際に書き込まれるデータには十分に反映することは困難である。しかし、L U T の格子点に
5 書き込む前に、エンコード係数を乗算してやれば、C 階調値の変化量はおおよそ 1 前後の値に拡大されるので、R 階調値の変化に対する C 階調値の変化を L U T のデータに反映させることが可能になる。

[0 0 9 2]

R 階調値 2 4 8 付近の画像データについても、ほぼ同様なことが成り立つ。す
10 なわち、図 1 5 (b) を用いて説明したように、R 階調値 2 4 9 の付近では R 階調値の数値が 1 変化するたびに C 階調値は 0. 5 ずつ変化している。しかし、階調値 0. 5 の変化は、L U T の分解能に対して十分な変化とは言えない。そこで、補間によって求めた C 階調値にエンコード係数を乗算してやる。図 1 5 (c) に示すように、R 階調値 2 4 9 付近ではエンコード係数はおおよそ 2 前後の値に設
15 定されている。従って、エンコード係数を乗算することで C 階調値の変化量はほぼ 2 倍に拡大され、R 階調値の変化に対する C 階調値の変化を L U T のデータに反映させることが可能になる。

[0 0 9 3]

このように、必要な分解能に応じて、予め適切なエンコード係数を設定してお
20 き、L U T の再構築を行う際に、エンコード処理を行いながら再構築すれば、入力画像データの階調変化がキチンと反映された再構築 L U T を得ることができる。もちろん、色変換後の画像データにはエンコード処理が施されたものとなっているが、適当なタイミングでデコード処理を行ってやればよい。このようにして色変換処理を行えば、入力したカラー画像データを精度良く色変換することが
25 可能となるのである。

[0 0 9 4]

E. 色ズレ発生のメカニズム：

次に、エンコード処理が施された基準 L U T を再構築した場合、エンコード処理を施しているにも拘わらず、色変換精度が低下するという現象が起こる理由に

ついて説明する。このメカニズムは、本願の発明者によって見出された。

[0095]

図16は、エンコード処理済みの基準LUTを再構築した場合に、色ズレが生
じることがある理由を示した説明図である。図15と同様に、図16においても、

5 G階調値およびB階調値をいずれも階調値255に固定して、R階調値のみを変
化させることによって、LUTを2次元のグラフによって表現している。図16

(a)は、理想的な色変換処理が行われたときに、入力されるR階調値の変化に
応じて、出力されるC階調値が変化する様子を概念的に示した説明図である。図

16(b)は、こうしたR階調値とC階調値との対応関係を記述した基準LUT

10 を概念的に示した説明図である。図16(b)中に示した白丸は、基準LUTに
設けられた格子点を表している。色変換を行うに際しては、前述したように、基

準LUTに基づいて新たなLUTを再構築し、再構築したLUTを参照すること
によって表色系の変換を行う。ここでは、基準LUTの格子点の中間に新たな格

15 (b)中に示した黒丸は、こうして追加された格子点を表している。追加した格
子点のC階調値は、その格子点の両側にある基準LUTの格子点のC階調値から

線形補間を行うことによって算出する。

[0096]

また、参考として図16(b)中には、理想的な色変換処理を行った場合のR
20 階調値とC階調値との対応関係(色変換特性)を太い破線で示している。図中

に示した黒丸はいずれも、太い破線で示した曲線の近傍にあることから、再構築
したLUTを参照ながら色変換しても、理想的な色変換を行った場合とほぼ同様な

結果が得られることが分かる。もちろん、分解能が不足して丸め誤差が混入する
場合は、前述したエンコード処理を行うことにより、十分な精度で色変換するこ

25 とが可能である。

[0097]

図16(c)は、基準LUTにエンコード処理を施した場合を示している。図

16(c)中の白丸は、図16(b)に示した基準LUTにエンコード処理を施
して得られた基準LUT(以下では、この様なLUTを「エンコード済み基準L

「LUT」と呼ぶことがあるものとする)の格子点を表している。すなわち、図16(c)の各格子点に記憶されているC階調値は、図16(b)の対応する格子点のC階調値にエンコード係数を乗算した階調値となっている。色変換処理を行うに際しては、こうして得られたエンコード済み基準LUTの格子点間に新たな格子点を設け、これら格子点のC階調値を補間演算することによってLUTの再構築を行う。図16(c)中に示した黒丸は、エンコード済み基準LUTを再構築して得られた格子点を表している。また、図中に太い破線で示した曲線は、図16(a)中の理想的な色変換処理の対応関係にエンコード処理を施して得られた色変換特性を表している。図16(c)から明らかなように、エンコード処理済みの基準LUTを再構築して得られたLUTは、エンコード処理が施された理想的な色変換特性に対して、一部の格子点において大きな乖離が生じる場合がある。こうした乖離は常に生じるわけではないが、基準LUTに設定された格子点間隔に対して、エンコード処理済みの階調値が大きく変化する領域では生じ易い。前述したように、エンコード係数は階調変化を拡大する作用を有するから、隣接する格子点間のエンコード関数の傾きの変化が大きくなる領域では、こうした乖離が生じ易くなると言うことができる。

[0098]

このように、エンコード処理済みの基準LUTから再構築したLUTは、理想的な色変換特性に対して乖離が生じることがある。こうして乖離の生じた再構築LUTを参照しながら色変換したのでは、如何にエンコード処理を施しているとは言え、精度良く色変換することは困難であり、従って色ズレが発生してしまうのである。

[0099]

そこで、本願発明では、以下に説明するように、エンコード処理済みの状態で基準LUTを記憶している場合でも、LUTを適切に再構築して、精度良く色変換処理を行っている。その手法について、図17の例示を適宜織り込みながら説明する。

[0100]

F. 精度向上の原理:

本願発明の画像処理装置および画像処理方法においては、第１の表色系による画像データと第２の表色系の画像データとを対応付けて記憶した色変換テーブルが記憶されており、この色変換テーブルには予めエンコード処理が施されている。この色変換テーブルにデコード処理を施すことによって中間的な色変換テーブル

5 （中間テーブル）を生成する。これを図１７を参照しながら説明する。

 〔０１０１〕

図１７（ａ）は、こうしたエンコード処理済みの色変換テーブルと、このテーブルにデコード処理を施すことによって生成された中間的な色変換テーブル（中間テーブル）とを、それぞれ例示したものである。図中の実線はエンコード処理済みの色変換テーブルを概念的に表したものであり、実線上に表示された白丸は、
10 Ｒ階調値に対してエンコード処理済みのＣ階調値が記憶されている様子を表している。尚、図１７（ａ）に示したエンコード処理済みの色変換テーブルは、図１６（ｃ）に示した色変換テーブルと同じものである。この色変換テーブルにデコード処理を施すことによって、図１７（ａ）中に太い破線で示した中間テーブルを得ることができる。中間テーブルの各格子点には、白丸の格子点に記憶されているＣ階調値にデコード処理を施したＣ階調値が記憶されている。図１７（ａ）において、破線上に表示された破線の丸印は、中間テーブルの各格子点に、デコード処理済みのＣ階調値が記憶されている様子を概念的に表したものである。

 〔０１０２〕

20 次いで、少なくとも中間テーブルとは異なる格子点を含んで設定された複数の格子点について、第２の画像データを、中間テーブルに基づいて算出する。そして、算出した画像データにエンコード処理を施すことによって、中間テーブルの再構築を行う。こうして再構築した色変換テーブルを参照しながら第１の表色系により表わされる画像データを第２の表色系により表わされる画像データに色変換する。こうして得られた画像データは、エンコード処理が施されており、前述
25 したように第１の表色系による画像データの階調変化が精度良く反映されている。そこで、この画像データにデコード処理を施すことによってエンコード処理を解消してやれば、第１の表色系の画像データを第２の表色系の画像データに精度良く色変換することが可能となる。以下では、これを、再び図１７に即して説

明する。

[0 1 0 3]

図 1 7 (b) は、中間テーブルを再構築して得られた色変換テーブルを概念的に示している。ここでは、中間テーブルの各格子点の間に、図中に黒丸で表した新たな格子点が 1 つずつ追加されている。こうして再構築された色変換テーブルにエンコード処理を施せば、図 1 7 (c) に示したエンコード処理済みの色変換テーブルを得ることができる。図中に示した黒丸および白丸は、それぞれエンコード処理済みの色変換テーブルの格子点を示している。また、図 1 7 (c) に示した太い破線の曲線は、理想的な色変換特性にエンコード処理を施すことによって得られる特性を示している。図 1 7 (c) に示されているように、中間テーブルを再構築した後にエンコード処理して得られた色変換テーブルは、破線で示して理想的な色変換特性にエンコード処理を施した特性と良く一致している。従って、この色変換テーブルを参照しながら色変換を行い、得られた画像データにデコード処理を施してやれば、画像データの表色系を精度良く変換することが可能となるのである。

[0 1 0 4]

G. 第 2 実施例の画像処理：

以上に説明した第 1 実施例の画像処理では、色変換処理によって得られたエンコード済みの画像データを、一旦、デコード処理を施してからドット量データに変換した。しかし、プリンタドライバ 1 2 によって行われる画像処理では、色変換された画像データをドット量データに変換する処理は必須の処理であることから、デコード処理とドット量データ変換処理とを、一つの処理で同時に行うこととしても良い。以下では、こうした第 2 実施例の画像処理について説明する。

[0 1 0 5]

図 1 2 は、第 2 実施例の画像処理の流れを示すフローチャートである。第 2 実施例の画像処理は、前述した第 1 実施例の画像処理中のデコード処理およびドット量データ変換処理を、一つの処理で行っている点のみが異なっている。以下では、第 1 実施例の画像処理との相違点を中心に、第 2 実施例の画像処理について簡単に説明する。

[0 1 0 6]

第2実施例においても画像処理を開始すると、先ず初めに、変換すべきRGBカラー画像データの読み込み（ステップS300）、次いで、解像度を印刷解像度に変換する（ステップS302）。

5 [0 1 0 7]

解像度を変換したら、第1実施例の画像処理と同様にして色変換処理を行う（ステップS304）。すなわち、記憶されている複数の基準LUTの中から1つのLUTを選択する。基準LUTは予めエンコード処理が施された状態のLUT、すなわちエンコード済み基準LUTである。印刷条件が画質を優先する設定になっていない場合は、選択した基準LUTを再構築することによってエンコード済みの再構築LUTを生成する。印刷条件が画質を優先する設定になっている場合は、エンコード済み基準LUTを一旦、デコードしてから再構築し、再構築したLUTにエンコード処理を施すことによって、エンコード済み再構築LUTを生成する。こうして生成したエンコード済み再構築LUTを参照することにより、
10 RGB画像データをC、M、Y、K各色の画像データに変換する。
15

[0 1 0 8]

こうして得られた画像データは、エンコード処理が施された画像データであり、デコード処理が必要である。また、ハーフトーン処理を行うためには、画像データをドット量データに変換しておく処理も必要である。そこで、第2実施例の画像処理においては補正ドット量データ変換処理を行うことによって、画像データをデコードする処理とドット量データに変換する処理とを同時に行う（ステップS306）。

[0 1 0 9]

補正ドット量データ変換処理は、第1実施例におけるドット量データ変換処理とほぼ同様にして行うことができる。すなわち、第1実施例のドット量データ変換処理では図11に示したドット量テーブルを参照することによって、画像データを、C、M、Y、K各色毎にドット量データに変換した。これと同様に、第2実施例の補正ドット量データ変換処理においては、図13に示す補正ドット量テーブルを参照することによって、エンコード処理が施された画像データをエンコ
25

ード処理が施されていないドット量データに変換する。図 1 3 中で、太い破線は小ドットについての補正ドット量テーブルを示しており、太い実線は大ドットについての補正ドット量テーブルを示している。また図 1 3 には、参考として、小ドットについてのドット量テーブルを細い破線で、大ドットについてのドット量
5 テーブルを細い実線で示している。図 1 3 に示されているように、補正ドット量テーブルを用いて画像データを変換すると、ドット量データは小さめの値に変換される。一例として、画像データの階調値が小さい領域では、第 2 実施例の補正ドット量テーブルに設定されたデータ（太い破線）は、第 1 実施例のドット量テーブルに設定されたデータ（細い破線）よりも小さな値となっている。また、中
10 間階調の領域（例えば、画像データの階調値 1 0 0 付近）では、小ドットについては補正ドット量テーブルの方が大きくなっているものの、大ドットについては補正ドット量テーブル（太い実線）ではドットが発生しておらず、従って、この領域でも補正ドット量テーブルによれば、小さめの値が得られることになる。

[0 1 1 0]

15 このように、第 2 実施例の補正ドット量テーブルを用いて変換した場合、第 1 実施例のドット量テーブルを用いて変換する場合よりも小さめの値に変換されるのは、補正ドット量データ変換処理中で、画像データのデコードを同時に行っているためである。換言すれば、補正ドット量テーブルを適切に設定しておけば、かかるテーブルを参照して画像データを変換するだけで、デコード処理も同時に
20 行うことが可能となるのである。こうした補正ドット量テーブルを設定する方法については後述する。

[0 1 1 1]

こうして C, M, Y, K の各色毎にドット量データが得られたら、ハーフトーン処理（ステップ S 3 0 8）およびインターレース処理（ステップ S 3 1 0）を
25 施した後、得られたデータを印刷データとしてカラープリンタ 2 0 0 に出力する（ステップ S 3 1 2）。カラープリンタ 2 0 0 は、この印刷データに従って、大ドット、小ドットを各色毎に形成することによって、カラー画像を印刷することが可能となる。

[0 1 1 2]

以上に説明した第2実施例においては、図13に示すような補正ドット量テーブルを参照することにより、画像データをデコードする処理およびドット量データに変換する処理を、一つの処理で一度に行うことができる。このため、画像処理に要する時間が短縮化され、画像を迅速に印刷することが可能となる。

5 [0 1 1 3]

ここで、図13に示したような補正ドット量テーブルを設定する方法について説明する。理解の便宜から、先ず初めに、適切な補正ドット量テーブルを設定する原理について、図13を参照しながら簡単に説明する。その後、図14のフローチャートに従って、実際にテーブルを設定する処理について説明する。

10 [0 1 1 4]

第2実施例の補正ドット量テーブルは、第1実施例で用いたドット量テーブルを修正することによって、比較的簡単に設定することができる。図13を参照しながら、詳しく説明する。ドット量テーブルには、CMYK各色の画像データの階調値に対して、小ドットおよび大ドットについてのドット量データが設定されている。第1実施例において説明したように、ここで言うCMYK各色の画像データは、デコード処理が施されて、エンコード処理が施されていない状態に戻された画像データである。エンコード処理の施されていない画像データ（デコード処理が施された画像データ）に対しては、ドット量データを参照することによって、ドット量データに変換することができる。例えば、画像データの階調値「6

15 4」に対しては、図13中に示された細い破線を参照することによって小ドットのドット量データは「d s 64」、同じく図13中に示された細い実線を参照することによって大ドットのドット量データは「0」に変換することができる。

 [0 1 1 5]

次に、エンコード処理が施された画像データ（すなわち、デコード処理が施される前の画像データ）について考える。エンコード処理は、通常の画像データにエンコード係数を乗算することによって行われる。従って、エンコード処理を施していない状態の画像データ（デコード処理を施した画像データ）の階調値が「6

25 4」であったとすると、エンコード処理が施された画像データの階調値は、階調値64にエンコード係数を乗算することによって、階調値「D 64」となる。こ

れを逆から見れば、次のようになる。エンコード済みの画像データとして階調値「D 64」が得られた場合、この画像データをデコード処理すれば階調値 6 4 となり、ドット量テーブルを参照することにより、小ドットのドット量データ「d s 64」、大ドットのドット量データ「0」に変換されることになる。

5 [0 1 1 6]

このことから明らかなように、補正ドット量テーブルは、ドット量テーブルを次のようにして修正することによって容易に得ることができる。まず、ドット量テーブルの横軸に取った階調値（上述の例では、階調値 6 4）を 1 つ選択し、その階調値に対応するドット量データ（上述の例では、小ドットについては d s 64、大ドットについては 0）を取得する。次いで、選択した階調値にエンコード係数を乗算し、得られた階調値（上述の例では、階調値 D 64）に対するドット量データとして、先の取得しておいたドット量データ（d s 64 および 0）を記憶する。図 1 3 に示した白抜きの矢印は、こうした操作を行うことにより、ドット量テーブルを修正して補正ドット量テーブルを設定している様子を概念的に表している。

15 [0 1 1 7]

次に、実際に補正ドット量テーブルを設定する処理について説明する。図 1 4 は、かかる処理の流れを示すフローチャートである。補正ドット量テーブルは C M Y K 各色毎に設定されており、以下の処理も各色毎に行われるが、説明が煩雑となることを避けるために、以下では色を特定せずに説明する。

20 [0 1 1 8]

補正ドット量テーブル設定処理を開始すると、まず初めに、補正ドット量データを設定しようとする処理階調値を 1 つ選択する（ステップ S 4 0 0）。処理階調値は、図 1 3 に示した補正ドット量テーブルでは横軸の座標値となる階調値である。本実施例では階調値が 1 バイトで表現されているものとしているので、処理階調値は 0 から 2 5 5 の範囲の整数値をとる。次いで、選択した処理階調値に対応するドット量データを、ドット量テーブルから読み出して記憶しておく（ステップ S 4 0 2）。

25 [0 1 1 9]

処理階調値に対応するドット量データを記憶したら、次いで、処理階調値にエンコード処理を施した階調値を算出する（ステップS404）。ここでは、エンコード処理はエンコード係数を乗算する処理であるとしているから、処理階調値にエンコード係数を乗算した階調値を算出する。こうして得られた階調値は、整数値に丸めておく。尚、エンコード処理を単にエンコード係数を乗算するのではなく、画像データの階調値を変数とする所定に数式によって変換する処理とすることも可能である。

[0120]

次いで、ステップS402において読み出しておいたドット量データを、ステップS404で算出したエンコード処理済みの処理階調値に対する補正ドット量データとして記憶する（ステップS406）。

[0121]

以上のようにして、1つの処理階調値について補正ドット量データを設定したら、全ての処理階調値について補正ドット量データを設定したか否かを判断し（ステップS408）、未設定の階調値が残っている場合は、ステップS400に戻って、全ての階調値の処理が終了するまで、続く一連の処理を繰り返す。こうして、全ての階調値について処理が完了したら、補正ドット量テーブル設定処理を終了する。

[0122]

図12に示した第2実施例の画像処理では、この様にして設定された補正ドット量テーブルを参照することにより、エンコード処理済みの画像データをデコードする処理と、ドット量データに変換する処理とを、同時に行うことによって、迅速に画像処理を行うことが可能である。

[0123]

以上、各種の実施例について説明してきたが、本発明は上記すべての実施例に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様で実施することができる。例えば、上述の機能を実現するソフトウェアプログラム（アプリケーションプログラム）を、通信回線を介してコンピュータシステムのメインメモリまたは外部記憶装置に供給し実行するものであってもよい。もちろん、C

D-R O Mやフレキシブルディスクに記憶されたソフトウェアプログラムを読み込んで実行するものであっても構わない。

[0 1 2 4]

- 5 また、上述した各種実施例では、ハーフトーン処理を含む画像データ変換処理はコンピュータ内で実行されるものとして説明したが、画像データ変換処理の一部あるいは全部をプリンタ側、あるいは専用の画像処理装置を用いて実行するものであっても構わない。

[0 1 2 5]

- 10 更には、画像表示装置は、必ずしも印刷媒体上にインクドットを形成して画像を印刷する印刷装置に限定されるものではなく、例えば、液晶表示画面上で輝点を適切な密度で分散させることにより、階調が連続的に変化する画像を表現する液晶表示装置であっても構わない。

特許請求の範囲

1. 第1の表色系の色空間内に形成され、該第1の表色系による第1の画像データに対応づけられた複数の格子点の各々に、第2の表色系による第2の画像データを対応付けた色変換テーブルを記憶しておき、該色変換テーブルを参照しながら、該第1の表色系により表現された画像データを該第2の表色系による画像データに変換する画像処理装置であって、

前記色変換テーブルとして、前記第1の表色系における所定の階調領域では前記第2の画像データの階調変化を割り増しするとともに残余の階調領域では階調変化を圧縮する処理であるエンコード処理が施された状態で、該第2の画像データを前記格子点に対応付けたテーブルを記憶しておく色変換テーブル記憶手段と、

前記エンコード処理によって割り増しあるいは圧縮された階調変化を復元する処理であるデコード処理を前記色変換テーブルに施すことによって、中間的な色変換テーブルを生成する中間テーブル生成手段と、

前記中間的な色変換テーブルとは少なくとも異なる格子点を含んで設定された複数の格子点について、各格子点に対応する前記第2の画像データを該中間的な色変換テーブルに基づいて算出した後、該算出した第2の画像データに前記エンコード処理を施すことによって、該中間的な色変換テーブルの再構築を行う色変換テーブル再構築手段と、

前記再構築した色変換テーブルを参照することにより、前記第1の表色系により表現された画像データを前記エンコード処理が施されたエンコード済み画像データに変換する色変換手段と、

該エンコード済み画像データに前記デコード処理を施すことにより、前記第2の表色系による画像データを求める画像データデコード手段と
を備える画像処理装置。

2. 前記色変換手段は、前記エンコード処理として、前記第2の画像データ間の大小関係を維持したまま、該第2の画像データの階調変化を割り増しおよび圧縮する手段である請求項1記載の画像処理装置。

3. 請求項1記載の画像処理装置であって、

前記中間テーブル生成手段は、

前記エンコード処理が実施された状態の前記第2の画像データと、該エンコード処理が未実施の第2の画像データとを対応付けて記憶したデコードテーブル
5 を備えるとともに、

前記デコードテーブルを参照しながら前記色変換テーブルを変換することによって、前記中間テーブルを生成する手段である画像処理装置。

4. 請求項1記載の画像処理装置であって、

前記色変換テーブル再構築手段は、前記中間的な色変換テーブルの格子点よりも多数の格子点を含んだ色変換テーブルを再構築する手段である画像処理装置。
10

5. 請求項1記載の画像処理装置であって、

前記画像データデコード手段は、前記色変換手段によって得られた前記エンコード済み画像データに前記デコード処理を施すとともに、単ドットあたりに表現する階調値の異なる各種ドットについてのドット形成密度を示すドット量データ
15 に変換する手段である画像処理装置。

6. 請求項5記載の画像処理装置であって、

前記画像データデコード手段は、

前記エンコード済み画像データと、該エンコード処理の未実施の第2の画像データを変換することによって得られる前記ドット量データとを対応付けて記憶
20 している変換表を備えるとともに、

前記色変換手段によって得られた前記エンコード済み画像データを、前記変換表を参照することによって前記ドット量データに直接変換する手段である画像処理装置。

7. 前記第1の表色系はRGB表色系画であり、前記第2の表色系はCMY表色系である請求項1記載の画像処理装置。
25

8. 請求項1記載の画像処理装置であって、

前記画像データの変換精度と変換速度との優先順位に関する設定を検出する検出手段と、

前記変換精度よりも前記変換速度を優先する設定になっている場合には、前記

中間テーブル生成手段の動作を禁止する禁止手段と

を備えるとともに、

- 前記色変換テーブル再構築手段は、前記変換精度よりも前記変換速度を優先する設定になっている場合には、該中間テーブル生成手段が生成する前記中間的な色変換テーブルに代えて、前記記憶されている色変換テーブルを用いて、前記中間的な色変換テーブルの再構築を行なう

画像処理装置。

9. 第1の表色系の色空間内に形成され、該第1の表色系による第1の画像データに対応づけられた複数の格子点の各々に、第2の表色系による第2の画像データを対応付けた色変換テーブルを記憶しておき、該色変換テーブルを参照しながら、該第1の表色系により表現された画像データを該第2の表色系による画像データに変換する画像処理方法であって、

- 前記色変換テーブルとして、前記第1の表色系における所定の階調領域では前記第2の画像データの階調変化を割り増しするとともに残余の階調領域では階調変化を圧縮する処理であるエンコード処理が施された状態で、該第2の画像データを前記格子点に対応付けたテーブルを記憶しておく第1の工程と、

前記エンコード処理によって割り増しあるいは圧縮された階調変化を復元する処理であるデコード処理を前記色変換テーブルに施すことによって、中間的な色変換テーブルを生成する第2の工程と、

- 20 前記中間的な色変換テーブルとは少なくとも異なる格子点を含んで設定された複数の格子点について、各格子点に対応する前記第2の画像データを該中間的な色変換テーブルに基づいて算出した後、該算出した第2の画像データに前記エンコード処理を施すことによって、該中間的な色変換テーブルの再構築を行う第3の工程と、

- 25 前記再構築した色変換テーブルを参照することにより、前記第1の表色系により表現された画像データを前記エンコード処理が施されたエンコード済み画像データに変換する第4の工程と、

該エンコード済み画像データに前記デコード処理を施すことにより、前記第2の表色系による画像データを求める第5の工程と

を備える画像処理方法。

10. 第1の表色系の色空間内に形成され、該第1の表色系による第1の画像データに対応づけられた複数の格子点の各々に、第2の表色系による第2の画像データに対応付けた色変換テーブルを記憶しておき、該色変換テーブルを参照しながら、該第1の表色系により表現された画像データを該第2の表色系による画像データに変換する画像処理方法を、コンピュータを用いて実現するためのプログラムであって、

- 前記色変換テーブルとして、前記第1の表色系における所定の階調領域では前記第2の画像データの階調変化を割り増しするとともに残余の階調領域では階調変化を圧縮する処理であるエンコード処理が施された状態で、該第2の画像データを前記格子点に対応付けたテーブルを記憶しておく第1の機能と、

前記エンコード処理によって割り増しあるいは圧縮された階調変化を復元する処理であるデコード処理を前記色変換テーブルに施すことによって、中間的な色変換テーブルを生成する第2の機能と、

- 15 前記中間的な色変換テーブルとは少なくとも異なる格子点を含んで設定された複数の格子点について、各格子点に対応する前記第2の画像データを該中間的な色変換テーブルに基づいて算出した後、該算出した第2の画像データに前記エンコード処理を施すことによって、該中間的な色変換テーブルの再構築を行う第3の機能と、

- 20 前記再構築した色変換テーブルを参照することにより、前記第1の表色系により表現された画像データを前記エンコード処理が施されたエンコード済み画像データに変換する第4の機能と、

該エンコード済み第2の画像データに前記デコード処理を施すことにより、前記第2の表色系による画像データを求める第5の機能と

- 25 を実現するプログラム。

発明の要約

本願発明の画像処理装置では、第１の表色系で表現された第１の画像データと第２の表色系による第２の画像データとを対応付けた色変換テーブルを参照することにより、第１の画像データを第２の画像データに色変換する。ここで、色変換テーブルに記憶された第２の画像データは、所定の階調領域では前記第２の画像データの階調変化を割り増しするとともに残余の階調領域では階調変化を圧縮する処理であるエンコード処理が施された状態で記憶されている。色変換に際しては、色変換テーブルにデコード処理を施してから色変換テーブルの再構築を行い、得られた色変換テーブルにエンコード処理を施したテーブルを参照しながら色変換する。こうして求めた第２の画像データにデコード処理を施してやれば、精度良く色変換することが可能となる。